

氏 名	やま じ いわ お 山 路 伊 和 夫
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3758 号
学位授与の日付	平 成 15 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	金型加工システムの知能化に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 垣野義昭 教授 松久 寛 教授 久保愛三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、熟練度の低いオペレータでも運用できるように金型加工用CAM (Computer Aided Manufacturing) システムの知能化をはかる手法について研究を行ったものである。まず、金型加工用CAMシステムの基本的なコンセプトについて検討し、従来の工具パスという幾何情報のみを算出する機能に加えて、工程設計、工具選択を自動的に行う方法を提案し、次に重大な工具損傷の生じ易い危険領域を算出し、これを回避するために固定サイクルというコンセプトを提案している。そのために切削関与角が大きくなり、切削抵抗が急増する危険領域を自動的に算出する新しい方法について研究している。さらに、最も一般的な金型材料であるダイス鋼SKD61 (HRC53) を (Al, Ti) Nコーティングされた超硬エンドミル工具で切削する場合における切削条件データベースを構築し、金型加工に精通していないオペレータでも切削条件を適切に決定できる方法について研究している。本論文は、緒論、結論を含めて10章からなっている。

第1章は緒論で、金型加工用CAMシステムの知能化の必要性を述べた後、それに関連する研究の現状を述べ、本研究の目的とその概要を述べている。

第2章では、現在の金型加工用CAMシステムに存在する問題点を詳細に検討し、これらを解決するためにどのような機能をCAMシステムに持たせるべきか検討した後、知能化された金型加工用CAMシステムの基本コンセプトを提案している。

第3章では、加工精度の低下を予防し、工具損傷の原因となる過大な切削抵抗の発生や変動を防止するために必要な切削抵抗を算出する数学モデルとそれを用いた切削抵抗一定化プログラムの作成法について検討し、検討結果に基づいて実際にそのシステムを構築し、以後の章における使用に供している。

第4章では、ストレートエンドミルとボールエンドミルを用いてダイス鋼の切削実験を行い、切削速度、軸方向切込み、半径方向切込み、送りなどの切削条件と工具摩耗、工具寿命などの関係を求め、知能化されたCAMシステムに不可欠な切削条件データベースを構築している。

第5章では、エンドミル工具の寿命に重大な影響を与えている工具逃げ面温度を測定し、切削速度、軸方向切込み、半径方向切込み、送りなどの切削条件が工具逃げ面温度を通して工具摩耗にどのように影響を及ぼしているかについて考察している。

第6章では、ストレートエンドミルを用いた粗加工、中粗加工用の工程設計を加工費用最小、加工時間最小という目的関数を満足させるように知識ベースに基づいて行うシステムを構築し、これに基づいてNCプログラムを作成する方法について考察している。

第7章では、ボールエンドミルを用いた中仕上げ加工、仕上げ加工用の工程設計を加工費用最小、加工時間最小という目的関数を満足させるように知識ベースに基づいて行うシステムを構築し、これに基づいてNCプログラム作成する方法について考察している。

第8章では、工具損傷の危険が大きい領域を安全かつ高能率で加工するために使用するトロコイド溝加工固定サイクルにおいて、送り速度変化率とトロコイドピッチを最適化する方法について考察し、実用に耐えるトロコイド溝加工固定サイクルを提案している。

第9章では、第8章までに構築した各種システムの妥当性を検討するためのケーススタディとして、コア金型とキャビティ金型について工程設計を行って、NCプログラムを作成し、このNCプログラムと従来法で熟練したオペレータが作ったNCプログラムの2つのプログラムを用いて実際に金型の加工を行い、加工時間、工具損傷の程度などの観点からそれらの性能を評価し、本知能化CAMシステムを用いることによって、安全で高能率な金型加工が行えることを確認している。

第10章は、以上を要約した本論文の結論である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、熟練度の低いオペレータでも有効に使用できるような金型加工用CAMシステムの開発をめざして、各種の知能化の手法について研究を行ったもので、得られた主な成果は次の通りである。

1. 加工精度の低下を予防し、工具損傷の原因となる過大な切削抵抗の発生や変動を防止するために、切削抵抗を算出する数学モデルとそれを用いた切削抵抗一定化のためのNCプログラムの作成法を構築し、実用に供している。
2. ダイス鋼を超硬エンドミルで切削する場合の切削条件と工具摩耗の関係を実験によって求め、切削条件データベースを構築した。
3. エンドミル工具の摩耗と寿命に重大な影響を与えている工具逃げ面温度を測定し、切削速度、軸方向切込み、半径方向切込み、送り、加工形状などの切削条件が工具逃げ面温度を通して、工具摩耗にどのような影響を与えているかを解明した。
4. ストレートエンドミルを用いた粗加工、中粗加工の工程設計を加工費用最小、加工時間最小という目的関数を満足させるよう知識ベースに基づいて行うシステムを構築し、これに基づいてNCプログラムを作成し、これによって金型の加工が適切に行えることを確認した。
5. 切削関与角が30～40度と大になり、切削抵抗が過大になって重大な工具損傷が発生する危険が大きい危険領域をNCプログラムから自動的に検出し、加工形状に応じて送り速度を変化させる手法を提案し、これが非常に実用的であることを確認した。
6. 切削関与角が40度以上の危険領域が連続的に存在する場合には、新たに提案しているトロコイド溝加工固定サイクルを用いて加工すれば、安全かつ高能率な加工が行えることを確認した。
7. 以上のシステムを用いて実際にコア金型とキャビティ金型の加工を行ったところ、高精度・高能率な加工が行え、本知能化金型加工システムの有効性を確認した。

以上要するに、本論文は金型加工用CAMシステムを知能化する手法について研究し、金型加工を高精度・高能率に行う方法を提案しており、基礎のみならず応用の面からも多くの知見を得ており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の論文として価値あるものとして認める。また、平成15年9月29日論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。